SIGNALLING & CONTROL
Preduzeće za inženjering " Signalling & Control" d.o.o.
Branka Krsmanovića 20, 11000 Beograd, Srbija

Предмет: МЕСЕЧНИ ИЗВЕШТАЈ

Пројекат:

Одржавање, обука, техничка подршка и интервенције критичних телекомуникационих и сигнално сигурносних система ГСМ-Р и ЕТЦС на прузи Београд-Нови Сад

Наручилац/Корисник:

"Инфраструктура железнице Србије" а.д. Београд

Извођач:

Конзорцијум: Игмако Смарт Солутионс д.о.о, Ирител а.д. и Signalling & Control д.о.о.

Месечни ивештај бр.: 10 (април 2024)

Датум: 30/04/2024.

Место: Signalling & Control д.о.о., Бранка Крсмановића 20, 11000 Београд

Извештај подноси члан конзорцијума "Signalling & Control d.o.o.":

Месечни извештај о извршеним активностима у априлу 2024.г.

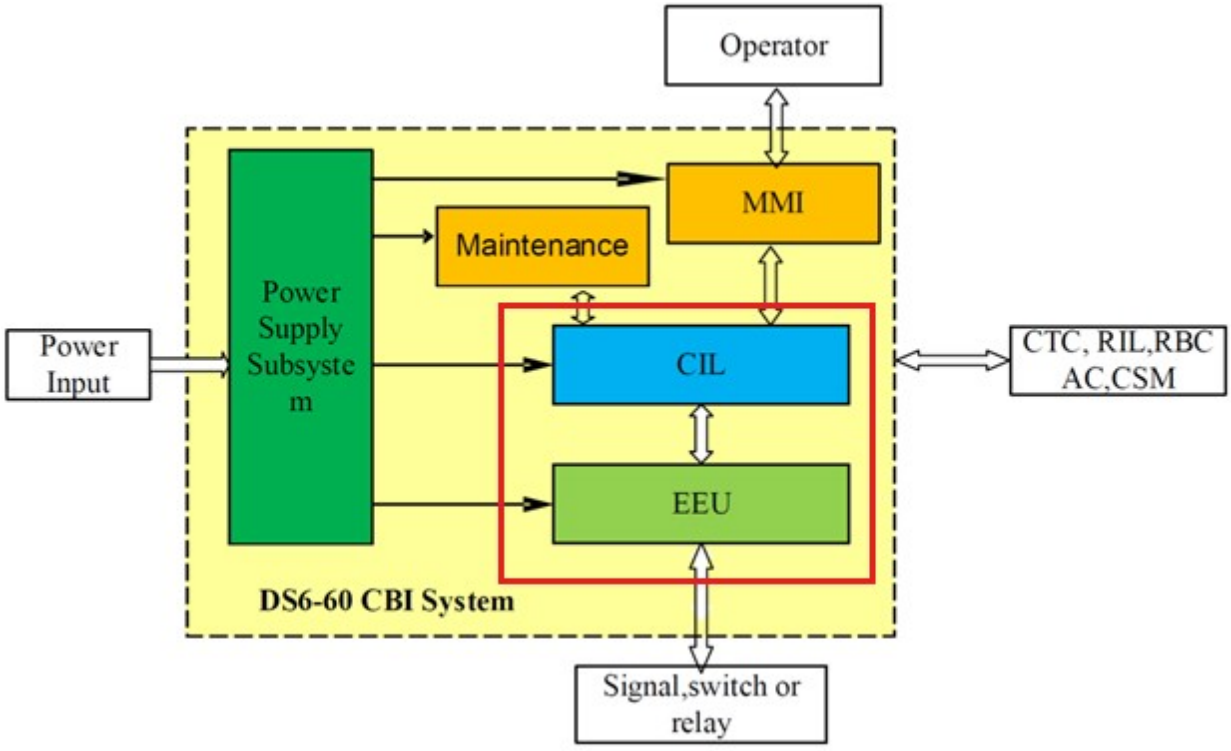
Током априла 2024.г. извршене су следеће активности:

- Преглед пројектне документације у погледу расположивих података о поузданости уграђене опреме.
- Преглед документације подршке кориснику, упутстава за руковање и одржавање у погледу расположивих података о поузданости уграђене опреме.
- Анализа поузданости уграђене опреме и потребне количине резервних делова за одржавање уређаја у животном веку уређаја.

У овом извештају ће бити анализирана поузданост, расположивост и потребни резервни делови за одржавање сигурносних рачунара и картица за управљање сигналима и скретницама, као и картицама за дигиталне улазе и излазе, који се користе за железничке рачунарске станичне сигнално-сигурносне уређаје.

1. Архитектура железничког станичног сигнално сигурносног система DS6-60

Архитектура и шематско повезивање делова рачунарског станичног сигнално-сигурносног система DS6-60 је приказана на Слици 1.



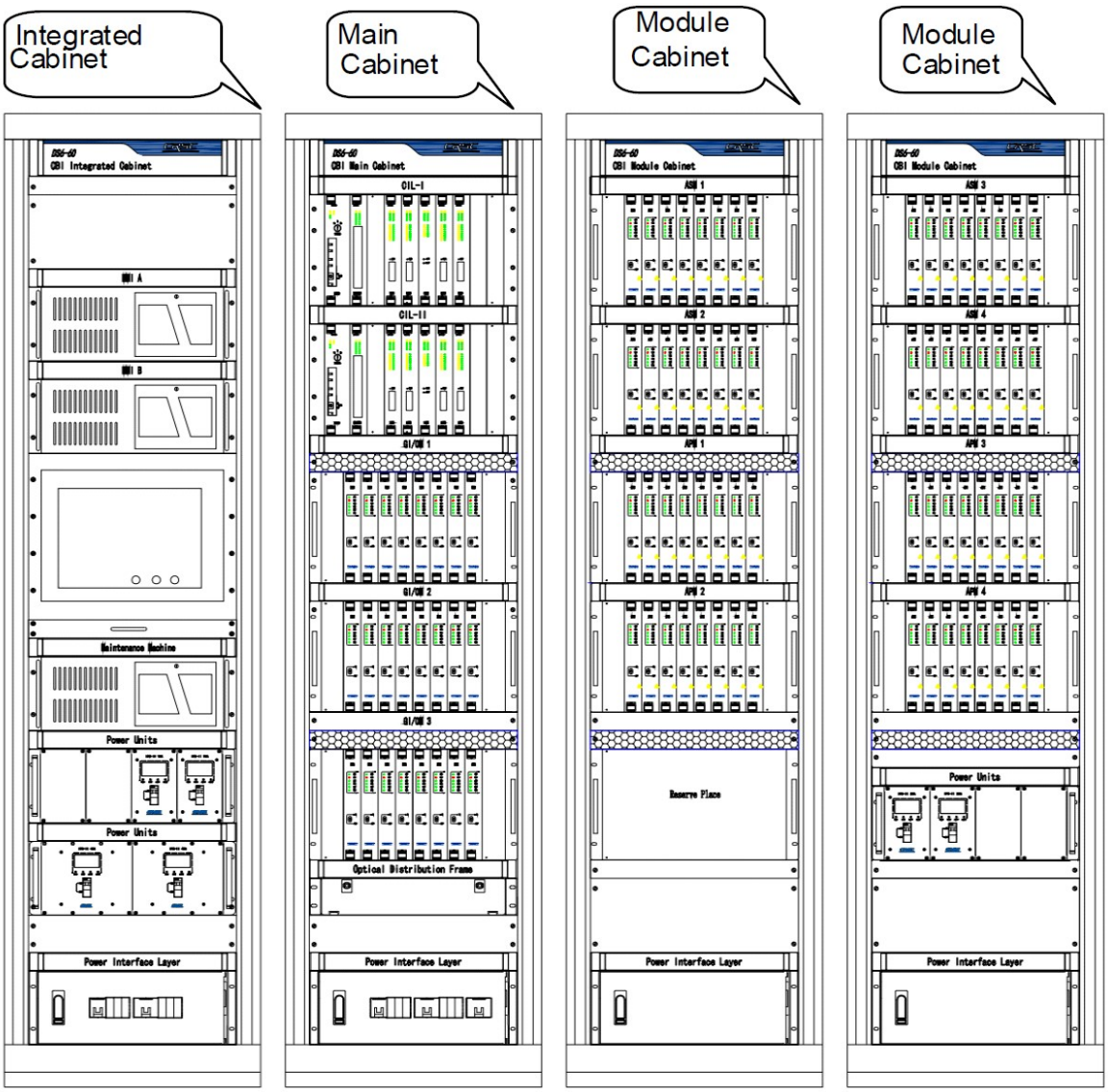
Слика 1. Архитектура и шематско повезивање делова рачунарског система DS60

Сигурносни рачунарски делови ситема DS6-60 који су од виталног интереса за наше разматрање су уоквирени оквиром црвене боје на слици 2 и представљају:

CIL – Централни управљачки рачунар
EEU – Електронске извршне елементе

Електронски станични сигнално-сигурносног уређај - DS6-60, приказан на слици 2 унутар оквира који је нацртан испрекиданом линијом, смештен је у неколико посебних ормана, који су то приказани на Слици 2 и који имају следеће називе:

- CBI Integrated Cabinet (Интеграциони орман)
- CBI Main Cabinet (Главни орман са централним управљачким рачунарима)
- CBI Module Cabinet (Орман за модуле - картице за контролу спољних елемената)



Слика 2. Електронски станични сигнално-сигурносног уређај - DS6-60 – у орманима

У оквиру ормана „CBI Integrated Cabinet“ – Интеграциони орман, који је практично исти за све станице, налазе се два индустријска рачунара за командо-контролне уређаје MMI (две радне станице А и Б), две напојне јединице за 230V AC/10A, две напојне јединице 230V AC/40A, као и и напојни интерфејс - "Power Interface Layer" са по три аутоматска осигурача за главно напајање сигнала (S-POWER), интерфејса (I-POWER) и скретница (W-POWER). Изглед овог ормана је дат на Слици 3.

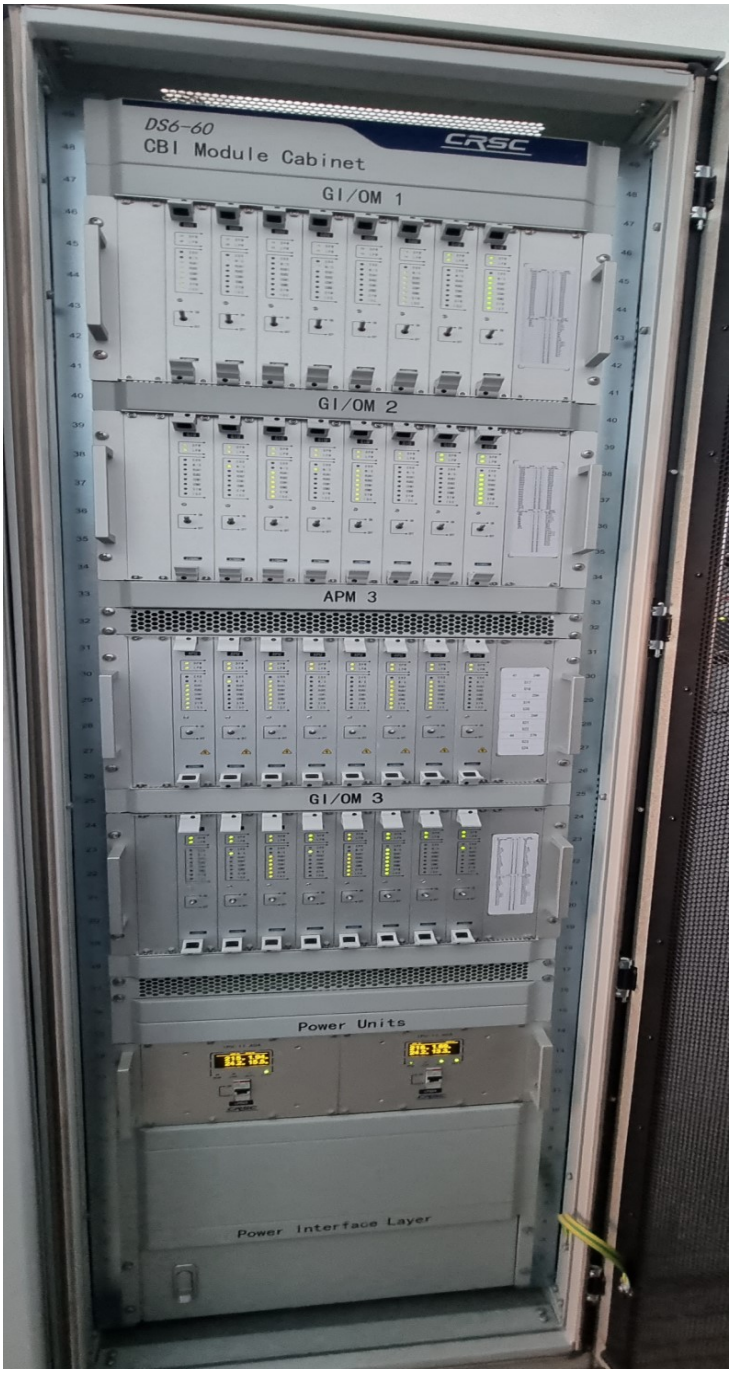
Слика 3. CBI Integrated Cabinet – Интеграциони орман

У оквиру ормана "CBI Main Cabinet" – Главни орман, налазе се централни управљачки рачунари: "CIL-I" и "CIL-II", који чине сигурносну и расположиву централну рачунарску конфгурацију два пута два од 2 (2 x 2 од 2), као и до три реда са картицама за сигнале и за улазе/излазе, оптички дистрибутивни рам - "Optical Distribuition Frame" и напојни интерфејс - "Power Interface Layer" са по три аутоматска осигурача за главно напајање (M-POWER1) и (M-POWER2). Овај орман је такође практично исти за све станице само се разликују редови са картицама, могу бити различите комбинације редова са картицама. Изглед овог ормана је дат на Слици 4.

Слика 4. CBI Main Cabinet – Главни орман

У оквиру ормана "CBI Module Cabinet" (може бити један или више ормана за модуле у зависниости од величине станице) налазе се до пет редова са картицама за сигнале, скретнице, улазе и излазе, као и напојни интерфејс - "Power Interface Layer" без спољa видљивих осигурача. Ормани су типски и садрже различит број редова који су попуњени са 4 наведена типа картица. Изглед једног оваквог ормана је дат на Слици 5, а другог на Слици 6.

Слика 5. CBI Module Cabinet 1 – Орман 1 за модуле

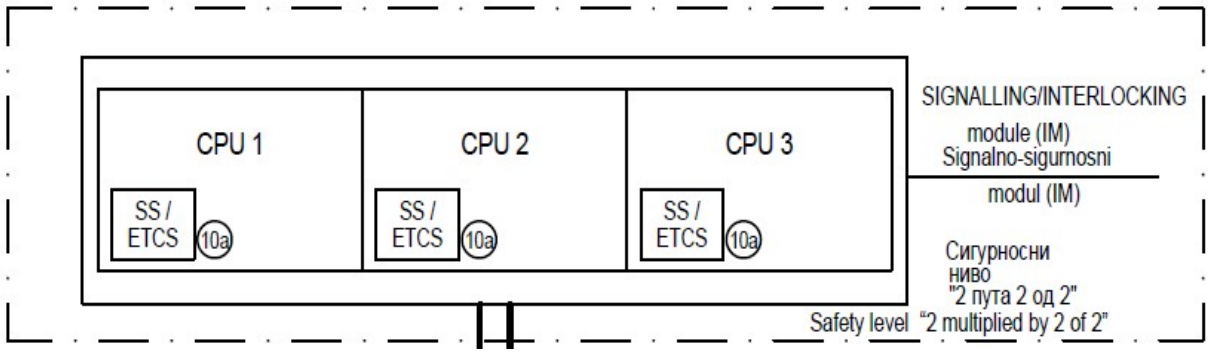


Слика 6. CBI Module Cabinet 2 – Орман 2 за модуле

У орманима "CBI Main Cabinet" – Главни орман и „CBI Module Cabinet“ – Орман за модуле, (редови са картицама за сигнале, скретнице, улазе и излазе) обележавање картица у редовима није одговарајуће, није јасно и интуитивно. Требало би да се картице и њихови коришћени делови јасно обележе тако да се успостави директна коресподенција са спољашњим елеметима, односно улазима и излазима на које се односе.

2. Грешке у документацији везане за архитектуру сигурносних делова система DS6-60

У оквиру ПИО пројеката за станице, Цртеж бр. 05. Принципијелна блок шема електронске поставнице (General diagram of electronic control post), приказана је архитектура CIL – централног управљачког рачунара система DS6-60 која не одговара архитектури уграђеног система. Део цртежа од интереса је приказан на Слици 7.



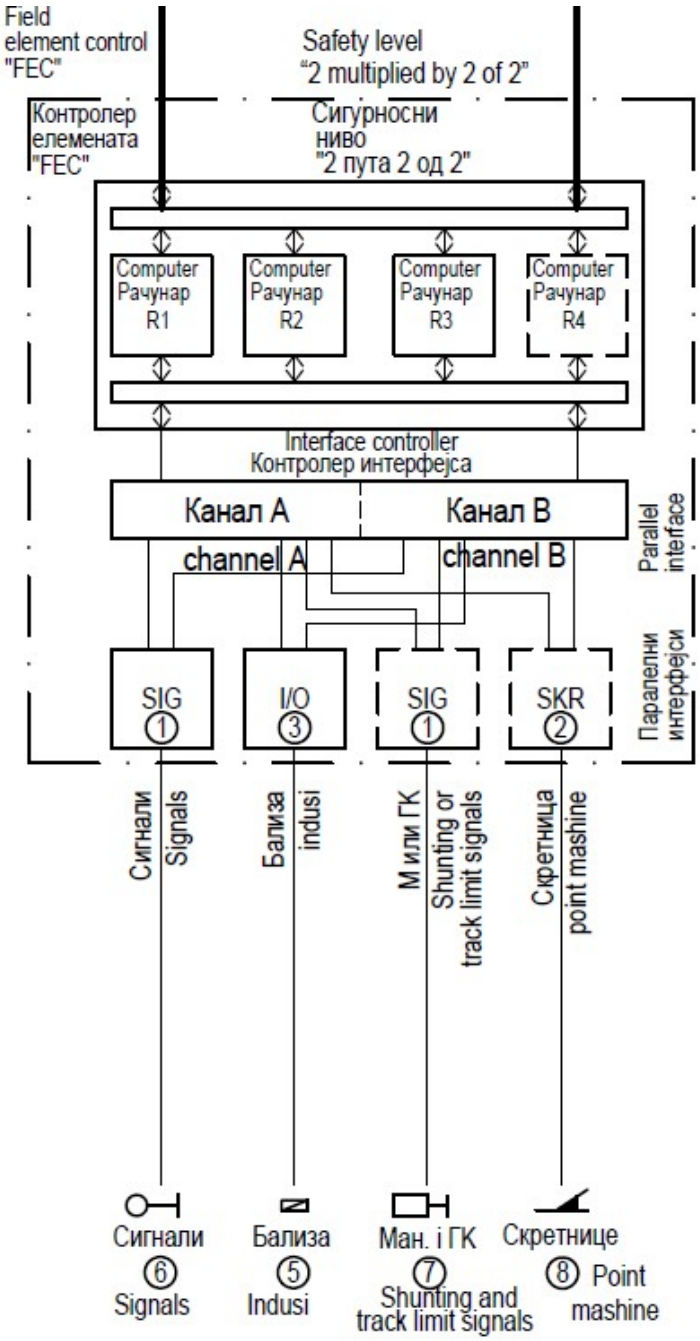
Слика 7. Архитектура централног управљачког рачунара система DS6-60 (нетачна)

На овом цртежу CIL - централни рачунарски управљачки систем, који се састоји из два рачунарска дела CIL1 и CIL2, нацртан је као рачунарски ситем са три дела (2 од 3) и назван Сигнално-сигурносни модул (Interlocking Module) и означен са IM, док је у опису на истом цртежу је написано да је то Сигурносни ниво 2 пута 2 од 2.

Потребно је да се овај цртеж у свим ПИО пројектима коригује тако да одсликава стварно изведено стање архитектуре CIL -централног управљачког рачунара DS6-60, које се састоји из два дела CIL1 и CIL2, у конфигурацији 2 пута 2 од 2 и назива се Центални управљачки рачунар.

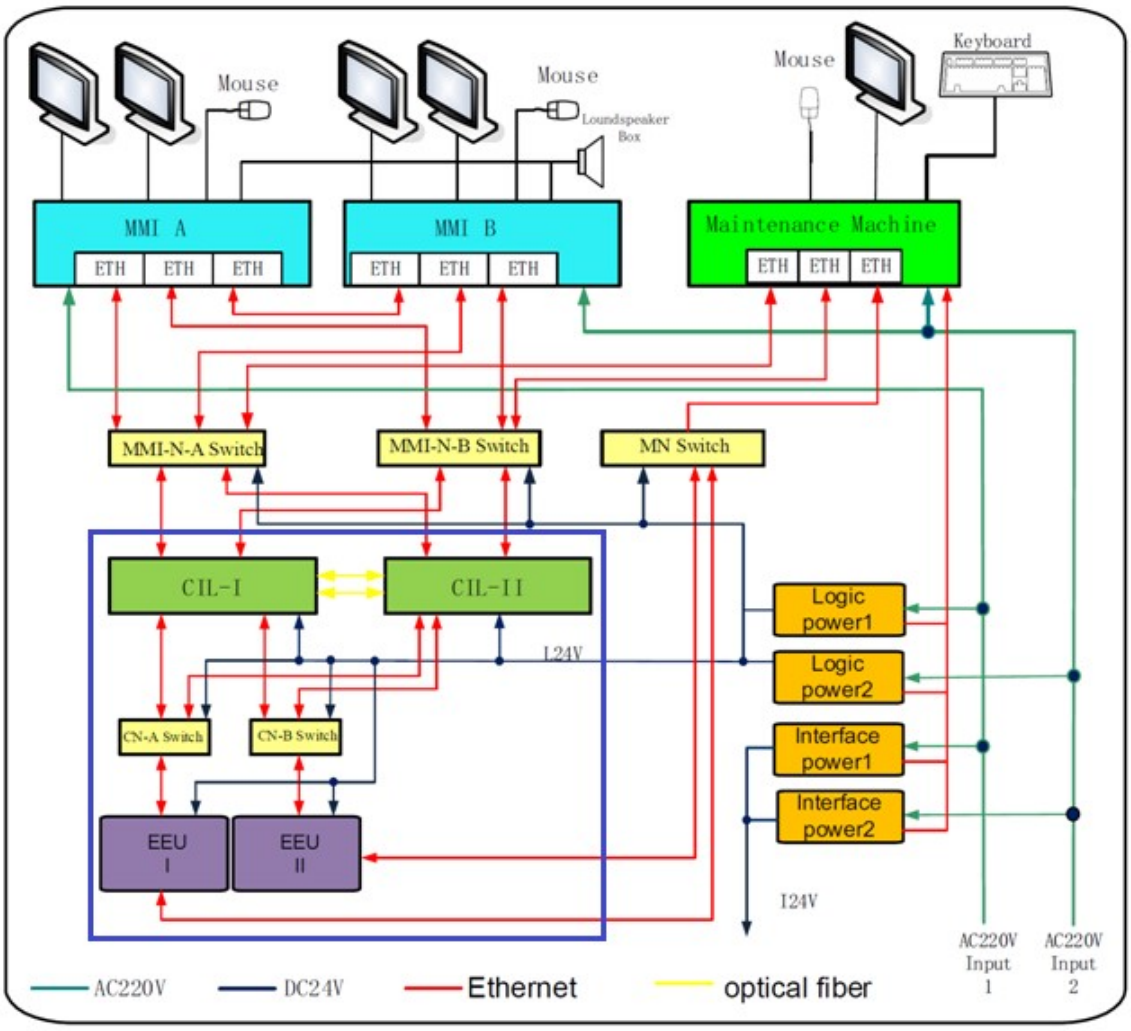
У оквиру ПИО пројеката за станице, Цртеж бр. 05. Принципијелна блок шема електронске поставнице (General diagram of electronic control post), приказана је и архитектура FEC (Field Element Control) – Управљање спољним елементима. Део цртежа од интереса је приказан на Слици 8. На овом цртежу је FEC нацртан као рачунарски систем у конфигурацији 2 пута 2 од 2 и назван „Контролер елемената“, што не одговара стварном стању уграђене опреме.

Не постоји посебан контролер – рачунар за управљање спољним елементима већ су у питању електронске интерфејсне картице - модули (на слици назване „паралелни интерфејси“), које су дуплиране у циљу расположивости и повезане за спољни елеменат којим управљају, односно који контролишу. Картице су повезане на оба дела центалног управљачког рачунара (CIL 1 и CIL 2) преко „switch“-ева.



Слика 8. Архитектура дела за контролу спољних елемената РССУ DS6-60 (нетачна)

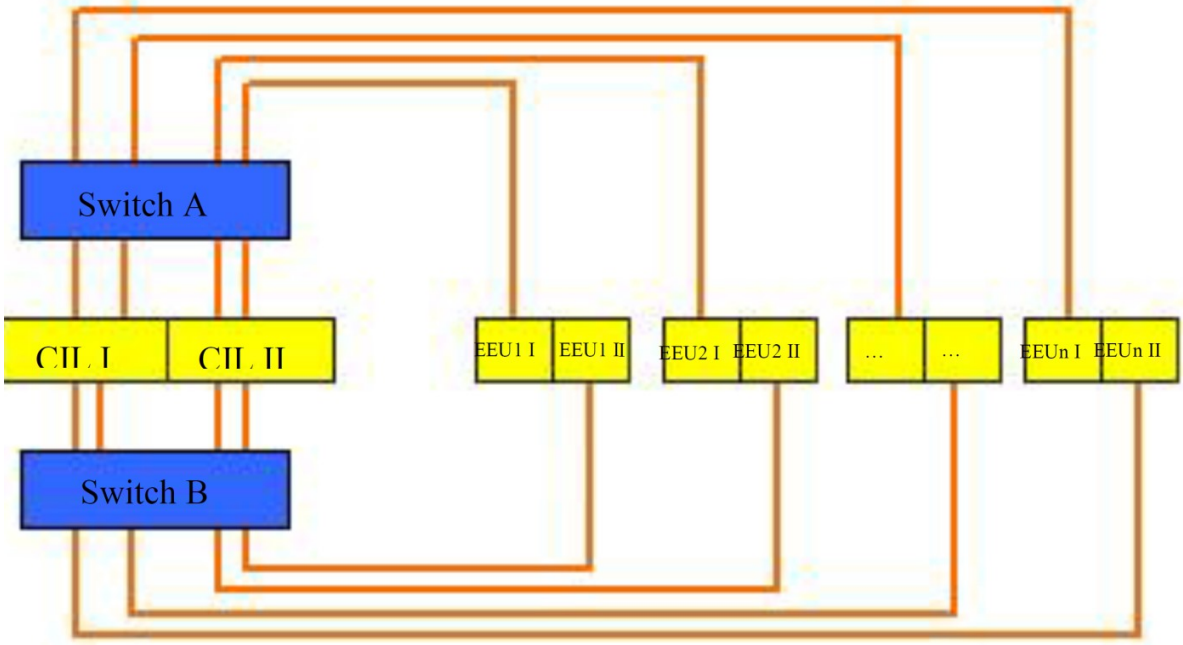
Потребно је да се овај цртеж у свим ПИО пројектима коригује тако да одсликава стварно изведено стање архитектуре електронских интерфејсних-управљачких картица за спољне елементе, која је у оригиналној документацији названа EEU (Electronic Execution Unit) – електронска извршна јединица. Коректна архитектура овог дела рачунарског система DS6-60 је приказана на Слици 9.



Слика 9. Архитектура дела за контролу спољних елемената система DS6-60 (тачна)

EEU (Electronic Execution Unit) – електронска извршна јединица, две означене са 1 и 2 на слици 9, представљају пар удвојених (редундантних) картица за управљање одговарајућим спољним елементом.

Детаљнији приказ веза између сигурносних управљачких рачунара CIL1 и CIL2 са електронским извршним модулима – картицама, преко свичева А и Б, дат је на Слици 10.



Слика 10. Принцип повезивања сигурносних рачунара CIL1/CIL2 са електронским картицама за контролу спољних елемената система DS6-60

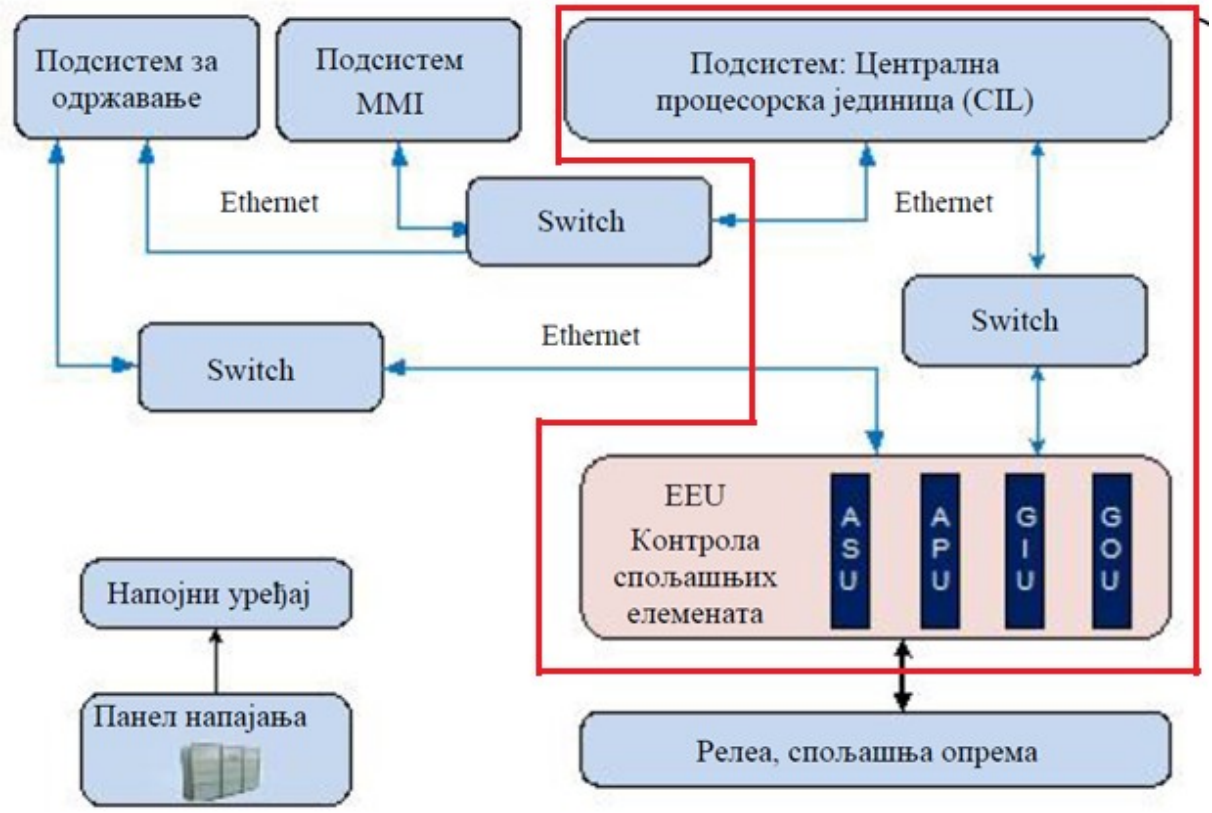
На слици се види да су парови редундантних картица за контролу сопљних елемената повезани за оба сигурносна рачунара CIL1 и CIL2, тако што је прва картица из сваког пара повезана на свич А, а друга картица на свич Б. На овај начин је омогућено да, у случају отказа једне картице из пара картица, контролу управљаног елемента врши друга исправна картица.

3. Подаци о поузданости и расположивости система DS6-60

У ПИО 5/1.1. Општа свеска пројекта осигурања, бр. ИС.700.30-5/1.1 од фебруара 2022.г. наведени су следећи подаци за поузданост и расположивост РССУ - рачунарског сигнално сигурносног система DS6-60:

- Индекс поузданости: MTBF ≥ 100.000h.
- Просечно време опоравка система (MTTR) није дуже од 30 минута.
- „Дозвољена стопа опасности за рачунарски систем DS6-60 по функцији по сату износи THR < 10-8 1/h“.
  Напомена: Мисли се на укупан број отказа који се толерише за одговарајући ниво интегритета сигурности (у овом случају СИЛ4) у складу са железничким CENELEC стандардима.

Наведени подаци се односе на рачунарски систем DS6-60, чија је упрошћена архитектура приказана на Слици 11.



Слика 11. Архитектура рачунарског система DS6-60

Делови система DS6-60 који су од интереса за наше разматрање су уоквирени оквиром црвене боје и односе се на CIL – Централну процесорску јединицу (како је написано на слици у пројектној документацији) , односно на Централни управљачки систем, који се састоји из два сигурносна управљачка рачунарска дела CIL1 и CIL2 од којих сваки има сигурносну конфигурацију 2 од 2 (два рачунара у паралелном раду).

У ранијим извештајима је алализирана поузданост Подсистема ММИ и Подсистема за одржавање, који су реализовани уз коришћење индустријских рачунара. У овом извештају ћемо обрадити сигурносне унутрашње делове РССУ DS6-60, који су уоквирени оквиром црвене боје на Слици 11.

У пројектној документацији и осталој документацији произвођача, осим претходно наведених података за комплетан РССУ - рачунарски сигнално-сигурносни уређај DS6-60, нису дати подаци за поузданост појединих сигурносних рачунара и електронских модула. У даљем разматрању ћемо претпоставити да се претходно наведени подаци о поузданости система односе само на CIL – Централни управљачки рачунар.

За индикацију поузданости EEU - Електронских извршних модула биће извршена њихова квантификација на основу просечног потребног броја за једну станицу, а њихова поузданст ће бити претпостављена на основу њихове хардверске структуре.

3.1. Поузданости CIL – Централног управљачког рачунара система DS6-60

РССУ DS6-60 је уграђени у свакој железничкој станици на деоници пруге Београд Центар - Нови Сад. Укупан број станица је:

1. Нови Београд
2. Земун
3. Земун Поље
4. Батајница
5. Нова Пазова
6. Стара Пазова
7. Инђија
8. Бешка
9. Карлов. Виногради
10. Сремски Карловци
11. Петроварадин

Укупан број станица на деоници је 11. Ако се узме у обзир и станица Нови Сад, онда ће укупан број станица на деоници бити 12.

На основу одређеног укупног броја уграђених (CIL) - Централних управљачких рачунара РССУ DS6-60 у свим станицама и претходно наведених података о поузданости сваког од (CIL) РССУ DS6-60, може се одредити средње време имеђу два отказа - MTBF за укупан број уграђених (CIL) РССУ DS6-60 у свим станицама на деоници железничке пруге од Београд Центара до Новог Сада. Релевантни подаци за поузданост су приказани у следећој табели.

Р.б.	Компонента	Укупна Количина	MTBF комад [h]	MTBF збирно [h]	Коментар
1	(CIL) DS6-60	11	100.000	9.091	Без станице Нови Сад
2	(CIL) DS6-60 с	12	100.000	8.333	Са станицом Нови Сад

Табела 1: Индикатор поузданости свих (CIL) DS6-60 на деоници Београд Центар – Нови Сад

Приближан прорачун MTBF свих (CIL) РССУ DS6-60 за комплетну деоницу добије се када се MTBF једног (CIL) РССУ DS6-60 подели са укупним бројем (CIL) РССУ DS6-60 на деоници Београд Центар - Нови Сад.

MTBF збирно (сви (CIL) DS6-60 на деоници) =

= MTBF комад (један (CIL) DS6-60) / Укупан број (CIL) DS6-60 на деоници.

На основу претходне формуле унети су подаци за MTBF у Табелу 1 из које се види да се са повећавањем броја станичних рачунарских сигнално-сигурносних система DS6-60 смањује укупна поузданост свих уграђених (CIL) DS6-60 за комплетну деоницу која се разматра.

- У првом случају сви (CIL) РССУ DS6-60 заједно на читавој деоници имају укупно MTBF од 9.091h, што значи да ће бити потребно да се један сигурносни део Централног управљачког система (CIL) РССУ DS6-60 мења у просеку сваких 378,8 дана, односно мало више од годину дана.
- У другом случају сви (CIL) РССУ DS6-60 заједно на читавој деоници имају укупно MTBF од 8.333h, што значи да ће бити потребно да се један сигурносни део Централног управљачког система (CIL) РССУ DS6-60 мења у просеку сваких 347,2 дана, односно нешто мање од годину дана.

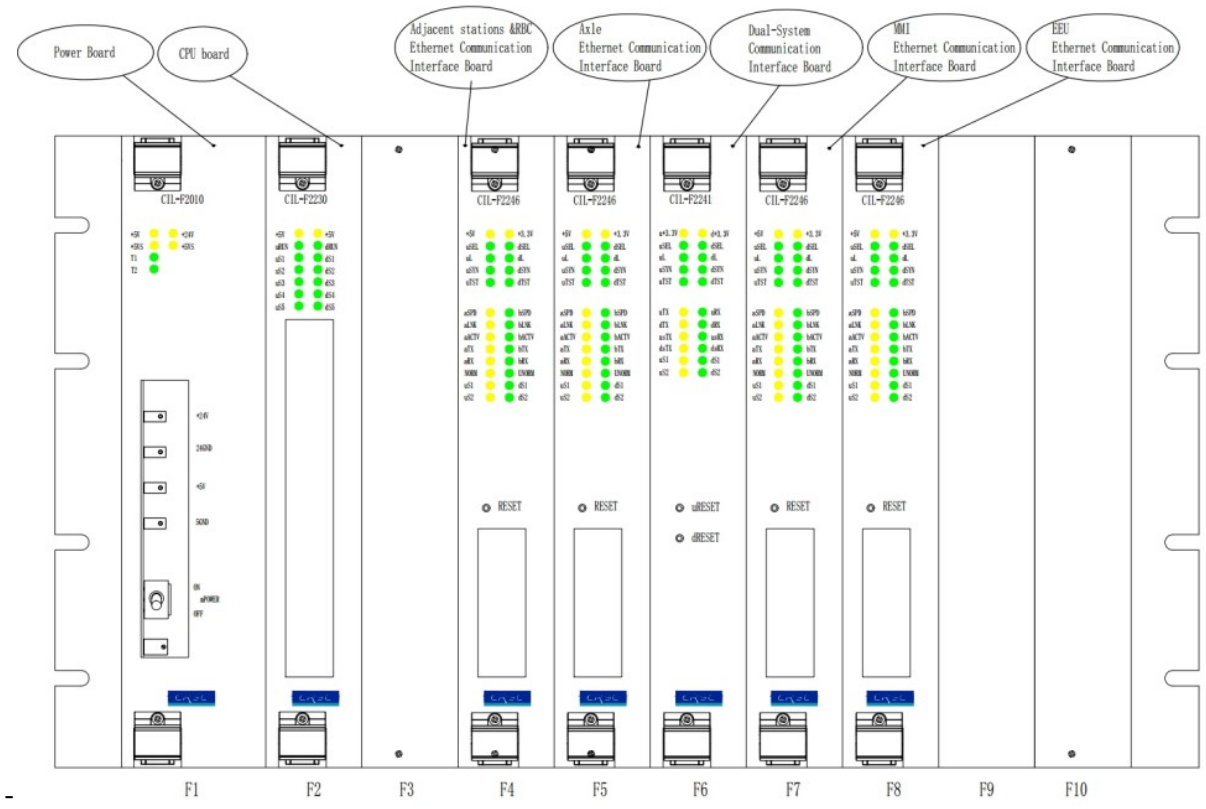
Како један (CIL) - Централни управљачки рачунар садржи два идентична рачунарска сигурносна дела CIL1 и CIL2, онда можемо сматрати (ако занемаримо остале делове за сихнронизацију рада "master/slave", детекцију отказа, изолацију отказалог дела, пребацивање рада на исправни део и реконфигурацију по враћању исправног дела уместо неисправног) да сваки од њих има двоструко већу поузданост од комплетног (CIL) - Централног управљачког рачунара. У том случају је поузданост сигурносних рачунарских делова CIL1 и CIL2 је:

MTBF (CIL1) = MTBF (CIL2) = 200.000h

Сваки редундантни сигурносни рачнарски део CIL1 / CIL2 је смештен у један ред у орману CBI Main Cabinet – Главни орман, као што је приказано на Слици 12 и садржи 7 главних делова - картица и то:

- Power supply board (CIL-F2010) - Картица за напајање,
- CPU board (CIL-F2230) - Картица Централне процесне јединице (2 од 2),
- Dual-system communication board of the logic section (CIL-F2241) - Комуникациона картица за остваривање рада два процесорска система у конфигурацији 2 од 2
- Four Ethernet interface communication board (CIL-F2246) - Четири етернет интерфејсне комуникационе картице:
    - for adjusted stations and RBC - за суседне станице (аутоматски блок и међустаничну зависност) и РБЦ (радио блок центар)
    - for Axle Counters - за бројаче осовина (детекција заузећа одсека)
    - for MMI - за ММИ
    - for EEU - за електронске извршне јединице (картице за управљање спољашњим елементима.

Све наведене картице се повезују на процесорске магистрале преко картице на задњој страни кућишта - bus backboard (CIL-N2220).



Слика 12. Један редундантни део (CIL1/CIL2) Централног управљачког рачунара CIL

Картица Централне процесне јединице (2 од 2) је сигурносна (fail-safe) процесорска јединица у конфигурацији 2 од 2, која извршава главну управљачку логику рада станичног уређаја и врши компарацију између процесорских јединица које раде у режиму 2 од 2. Састоји се из две независне CPU - централне процесне јединице (UP CPU - горња и DN CPU - доња), које преко рам меморије (DPRAM) врше размену података и упоређење резултата процесирања. Главни програм са логиком за управљање сигнално-сигурносним уређајима се извршава симултано у обе процесне јединице уз екстерну синхронизацију помоћу прекиндних сигнала из сатног-временског извора. Само када се резултати обраде процесних јединица поклапају и дају исте излазне сигнале могуће је да се активирају одговарајући излази, чиме се остварује сигурносна контрола функција која се заснива на принципу 2 од 2.

Картица Централне процесне јединице (2 од 2) и Комуникациона картица за остваривање рада два процесорска система у конфигурацији 2 од 2 су највеће сложености и од највећег интереса за сигурносни рад. Услед тога може се претпоставити да је њихова поузданост мања од поузданости осталих картица и да њихова поузданост највише утиче и на поузданост комлетног редундантног дела (CIL1/CIL2).

Ако се изузме картица процесорске магистрале која се налази на задњој страни кућишта (веома велика поузданост) и претпостави да су све остале картице исте поузданости онда се може приближно одредити просечна вредност поузданости картица, тако што ће се MTBF једног сигурносног рачунарског дела (CIL1/CIL2) помножити са 7, тако да се добије:

MTBF (једне картице у CIL1/CIL2) = MTBF (CIL1/CIL2) * 7 = 200.000h * 7 = 1.400.000h

Ово представља веома велику велику вредност за поузданост картица у сигурносном рачунарском делу (CIL1/CIL2). Може се претпоставити да ће картица Централне процесне јединице (2 од 2) и Комуникациона картица за остваривање рада два процесорска система у конфигурацији 2 од 2 имати знатно мање вредности од просечне. У том случају ће остале картице морати да имају знатно веће вредности MTBF од просечне. За реалне прорачуне потребно је да произвођач РССУ DS6-60 достави реалне податке о поузданости свих замењивих компонената - картица система.

3.2. Поузданост EEU – Електронских извршних модула система DS6-60

На претходним сликама 4, 5 и 6, може се идентификовати врста и број електронских извршних модула за једну железничку станицу (пример станица Стара Пазова):

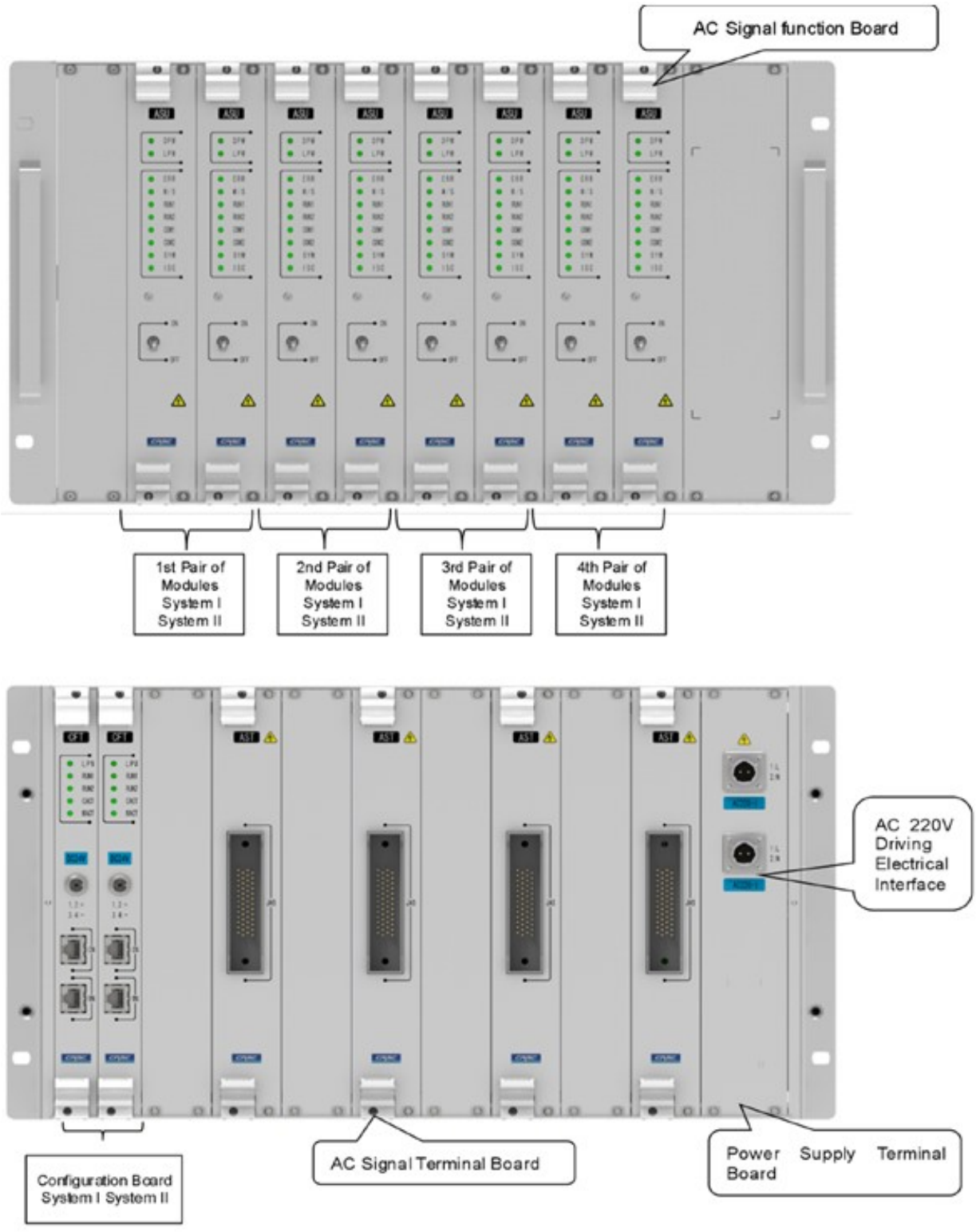
- ASU - сигнална картица: 5 пуних редова са по 8 картива и 6-ти ред са 4 картице.
  Укупно 44 ASU - сигналне картице.
- APU - скретничка картица: 3 пуна реда са по 8 картица.
  Укупно 24 APU - скретничке картице.
- GIO / GOU - улазна / излазна картица: 3 пуна реда по 8 картица.
  Укупно 24 GIO / GOU - улазне / излазне картице

Укупан број EEU картица за станицу Стара Пазова је: 92 картице.

Изглед једног реда ASU - сигнална картица је приказан на Слици 13.
У сваком реду има по 8 идентичних картица. Изглед једне ASU - сигналне картице је приказана н Слици 14.

Изглед једног реда APU - скретничка картица је приказан на Слици 15.
У сваком реду има по 8 идентичних картица. Изглед једне APU - скретничке картице је приказан на Слици 16.

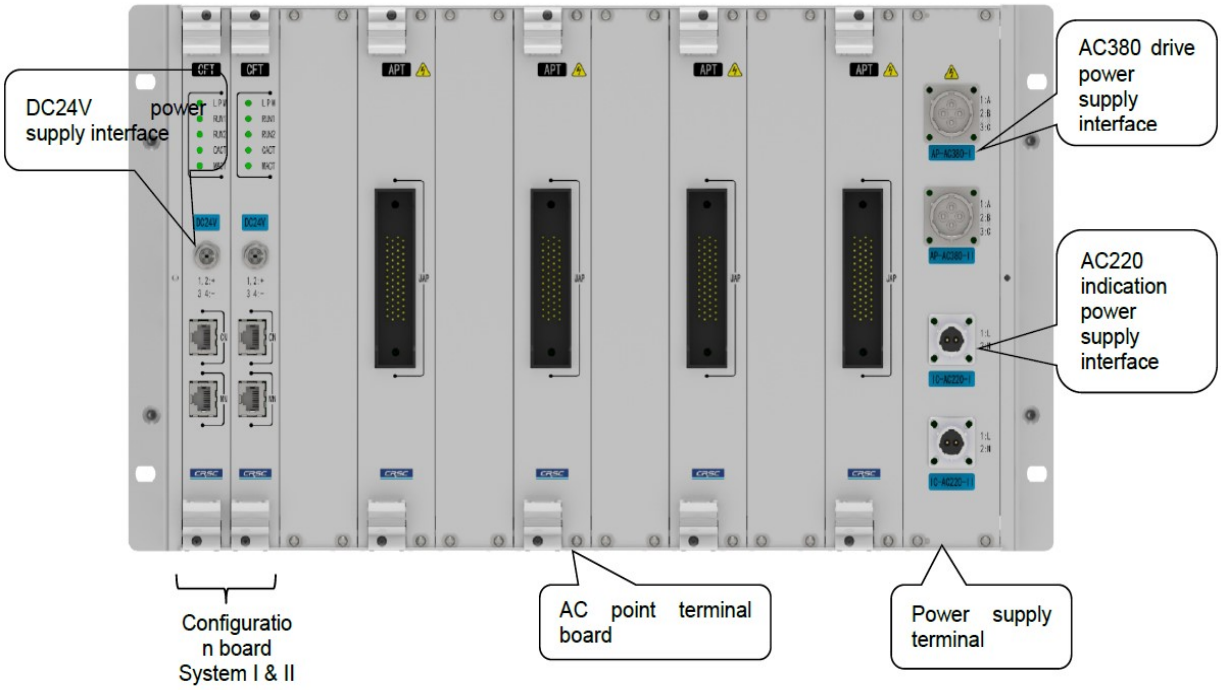
Изглед једног реда GIO / GOU - улазна / излазна картица је приказан на Слици 17.
У сваком реду има по 8 картица, где се комбимују идентичне улазне и идентичне излазне картице. Изглед једне GIO - улазне картица је приказан на Слици 18. Изглед једне GOU - излазне картица је приказан на Слици 19.



Слика 13. Изглед предње и задње стране једног реда EEU са картицама за управљање сигналима - ASU.

Слика. 14.Изглед једне ASU - сигналне картице

Figure 28 Front view of AC point EEU cage



Слика 15. Изглед предње и задње стране једног реда EEU са картицама за управљање скретницама - APU.

Слика 16: Изглед једне APU - скретничке картице

Слика 17. Изглед предње и задње стране једног реда EEU са картицама за управљање улазима/ излазима - GIO / GOU

Слика 18: Изглед једне GIO - улазне картице

Слика 19: Изглед једне GOU - излазне картице

На основу изледа EEU картица и уграђених компонената (минијатурна сигурносна релеа, трансформатори и слично) могу се претпоставити поузданости појединих врста модула - картица. На основу наведеног може се закључити да ASU и APU картице имају значајно нижу поузданост од GIO / GOU картица. За потребе прорачуна и демонстрацију принципа прорачуна поузданости претпоставићемо да све EEU картице имају исту MTBF вредност (на пример просечна вредност за четири наведена типа картица).

На основу прегледа уграђене опреме по орманима за централни управљачки систем и по орманима за све врсте модуле по станицама, аналогно примеру урађеном раније за станицу Стара Пазова, у Табели бр. 2 је дат укупан брокј свих EEU картица по свим станицама на предметној деоници и укупно за све станице на деоници.

Р.б.	**Станица**	**Компонента**	**Укупна Количина**	**MTBF комад [h]**	**MTBF збирно [h]**	**Коментар**
1	Нови Београд	EEU модул DS6-60	56	200.000	3.571	
2	Земун	EEU модул DS6-60	124	200.000	1.613	
3	Земун Поље	EEU модул DS6-60	28	200.000	7.143	
4	Батајница	EEU модул DS6-60	126	200.000	1.587	
5	Нова Пазова	EEU модул DS6-60	64	200.000	3.125	
6	Стара Пазова	EEU модул DS6-60	92	200.000	2.174	
7	Инђија	EEU модул DS6-60	110	200.000	1.818	
8	Бешка	EEU модул DS6-60	40	200.000	5.000	
9	Карлов. Виногради	EEU модул DS6-60	36	200.000	5.556	
10	Сремски Карловци	EEU модул DS6-60	40	200.000	5.000	
11	Петроварадин	EEU модул DS6-60	74	200.000	2.703	
	УКУПНО	**EEU модул DS6-60**	**790**	**200.000**	**253**	**За све станице**

Табела 2: Индикатор поузданости свих EEU картица РССУ DS6-60 по станицама и укупно на деоници пруге Београд Центар – Нови Сад

Приближан прорачун MTBF свих EEU картица PCCУ DS6-60 за све станице и комплетну деоницу добије се када се MTBF једне EEU картице PCCУ DS6-60 подели са укупним бројем EEU картица PCCУ DS6-60 по станицама, односно на целој деоници Београд Центар - Нови Сад.

MTBF (свих EEU картица у станици) =

= MTBF (једане EEU картице) / Укупан број EEU картица.

На основу претходне формуле унети су подаци за MTBF у Табелу 2 из које се види да се са повећавањем броја EEU картица ро станичним рачунарским сигнално-сигурносним система DS6-60 смањује укупна поузданост DS6-60 како по појединим станицама тако и за комплетну деоницу која се разматра.

- У случају станице Земун Поље са укупно 28 EEU картица читава станица по овом основу има укупан MTBF од 7.143h, што значи да ће бити потребно да се једна EEU картица PCCУ DS6-60 мења у просеку сваких 297,6 дана.
- У случају станице Батајница која укупно 126 EEU картица читава станица по овом основу има укупан MTBF од 1.587h, што значи да ће бити потребно да се једна EEU картица PCCУ DS6-60 мења у просеку сваких 66,1 дан.
- Збирно, цела деоница, која има укупно 790 EEU картица за 11 станица по овом основу има укупан MTBF од 253h, што значи да ће бити потребно да се једна EEU картица PCCУ DS6-60 мења у просеку сваких 10,5 дана.

Претходни прорачун је базиран на претпостављеним вредностима поузданости појединих EEU картица, односно на претпостављеној просечној вредности поузданости EEU картица. На истом принципу се могу израчунати тачне вредности на основу података о поузданости EEU картица које треба да да произвођач система. Евидентно је да ће EEU картице имати значајно већи утицај на поузданост комплетног PCCУ DS6-60 од утицаја који врши поузданост CIL - Централног управљачког рачунара, односно његових картица.

4. Одређивање броја потребних резервних EEU картица за деоницу

На основу података о поузданости, из Табеле 2, може се одредити потребан број резервних EEU картица, за анализирану деоницу Београд Центар - Нови Сад, у читавом животном веку (на пример, 20 година, што је уобичајена пракса за рачунарске сигнално-сигурносне уређаје на железници). Релавантни подаци су дати у Табели 3.

У зависности од планова за краткорочно (1 година), средњорочно (5 година) и у животном веку (20 одина) одржавање, могу се планирати количине резервних EEU картица и картица за (CIL) Централни управљњачки рачунар које треба набавити за систем PCCУ DS6-60. На основу тог израчунатог броја резервних картица и њихових цена могу се планирати и потребна фнансијска средства за њихову набавку. Реалну потрошњу резервних делова треба пратити

на годишњем и средњорочном периоду, а на основу тих показатеља онда се могу кориговати теоријски прорачуни, а могу се кориговати и количине за набавку за наредни плански период.

Р.б.	Компонента	MTBF збирно [h]	MTBF/за 20 година [h]	Количина за 20 година	Количина по години
1	EEU модул DS6-60	253	175.200	692	34,6
2	Картице (CIL) DS6-60 система за 11 станица (по 7 картица)	18.182	175.200	9,64	0,48
3	Картице (CIL) DS6-60 система за 12 станица (по 7 картица)	16.667	175.200	10,5	0,53

Табела 3: Потребан број резервних EEU картица и картица за (CIL) Централни управљачки рачунар РССУ DS6-60 за деоницу Београд Центар - Нови Сад.

Треба имати у виду да прорачунати MTBF представља просечно време између два отказа за читав животни век, па је и број потребних резервних картица дат у просеку по једној години. Обзиром на теорију вреоватноће отказа електронских компонената, па тиме и рачунара, може се очекивати да у почетку, у првим годинама животног века буде мање отказа од наведеног просечног броја а да се са протеком година животног века број отказа повећава тако да на крају животног века буде већи од просечног. У т смислу треба обратити пажњу да се обезбеди довољан број потребних резервних делова sa последњи петогодишњи период (од 15-те до 20-те године), јер је у пракси присутан рок испоруке резервних делова од стране произвођача који износи 15 година од испоруке. У зависности од праћеног тренда отказа релевантних резервних делова у пракси за на пример 14 година могу се претпоставити потребе и наручити резервни делови за последњих 6 година животног века, или дуже, у року за који произвођач гарантује испоруку резервих делова.

У Београду, 30.04.2024.

Signalling & Control d.o.o.

Директор

др Дејан Лутовац, дипл.ел.инж.